

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
18 janvier 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/04041 A2

(51) Classification internationale des brevets²:

B67D

(72) Inventeur; et

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/01978

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement): LE DEVÉ-
HAT, Renaud [FR/FR]; 16, rue Rigault, F-89100 Sens
(FR).

(22) Date de dépôt international: 7 juillet 2000 (07.07.2000)

(74) Mandataire: RINUO, SANTARELLI; 14, avenue de la
Grande Armée, Boîte postale 237, F-75822 Paris Cedex 17
(FR).

(25) Langue de dépôt:

français

(26) Langue de publication:

français

(30) Données relatives à la priorité:

99/09092 13 juillet 1999 (13.07.1999) FR

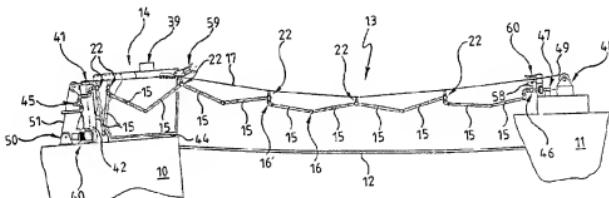
(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,
NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): FMC
EUROPE S.A. [FR/FR]; Route des Clémimois, F-89107
Sens Cedex (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OFFSHORE LOADING SYSTEM BY SUSPENDED PIPING

(54) Titre: SYSTEME DE CHARGEMENT OFFSHORE PAR TUYAUTERIE SUSPENDUE



(57) Abstract: The invention concerns an assembly for transferring fluid (13) between a first site and a second site, comprising: a winch (40) for the first site (10) wherein is wound a suspension cable (17) designed to be stretched between the two sites (10, 11) and which is adapted to subject the cable to constant tension; a support (14) for the first site and for storing in suspension rigid pipe sections (15) mutually articulated via articulating sections (16) with rotary bends and joints, so as to shift from a storage position wherein the pipe sections (15) are suspended accordion-like to the support (14) to a stretched position between the two sites (10, 11) by being suspended to the cable; and means for coupling (22) some of the articulating sections (16) to the support (14) or to the cable (17) depending on the length of the cable stretched between the two sites (10, 11).

(57) Abrégé: L'invention propose un ensemble de transfert de fluide (13) entre un premier emplacement et un second emplacement, comportant: un treuil (40) pour le premier emplacement (10), sur lequel est enroulé un câble de suspension (17) destiné à être tendu entre les deux emplacements (10, 11) et qui est adapté à soumettre le câble à une tension constante; un support (14) pour le premier emplacement et pour stocker en suspension des tronçons rigides (15) de conduite articulés entre eux par l'intermédiaire de tronçons d'articulation (16) à coude et joints tournants, de manière à pouvoir passer d'une position de stockage dans laquelle les tronçons de conduite (15) sont suspendus en accordéon au support (14) à une position déployée entre les deux emplacements (10, 11) par suspension au câble; et des moyens d'attelage (22) de certains des tronçons d'articulation (16) au support (14) ou au câble (17) en fonction de la longueur de câble (17) tendu entre les deux emplacements (10, 11).

WO 01/04041 A2



(84) États désignés (*régional*): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée:

— *Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.*

Système de chargement offshore par tuyauterie suspendue.

5 La présente invention a trait, de manière générale, aux systèmes de chargement et/ou de déchargement de fluides, en particulier de navires de transport de tels fluides. Un domaine d'application préféré est le transfert de gaz naturel liquéfié entre une plate-forme flottante de production indépendante (FPSO) et un navire-citerne amarré près de cette plate-forme.

10 Parmi les méthodes d'exploitation des champs pétroliers marins, l'utilisation de telles plates-formes flottantes de production indépendantes est en plein essor. Les installations sont déplacées successivement sur les gisements marins isolés, qui deviennent économiquement rentables dès lors que leur exploitation ne nécessite plus la mise en place d'une infrastructure 15 fixée à demeure.

 Un des points clés de la chaîne d'exploitation réside dans le transfert des produits obtenus depuis le FPSO vers le navire chargé du transport. Cette opération s'effectue en pleine mer et dépend donc fortement des conditions de mer.

20 A cet effet, il a déjà été proposé de placer sur le FPSO des bras de chargement similaires à ceux utilisés sur les appontements et dont un exemple est décrit dans le document GB-2 042 466. Pour effectuer l'opération de chargement/déchargement, le navire et le FPSO doivent être amarrés côté à côté, de la même façon que dans un port avec jetée. Un tel amarrage côté à 25 côté est cependant uniquement possible en mer très calme.

 Il a également été proposé d'utiliser des systèmes de chargement et/ou déchargement du type de ceux décrits dans les documents FR-2 469 367 et EP-0 020 267. Ces systèmes comportent un dispositif de transfert de fluide entre une flèche de chargement placée sur le FPSO et un moyen de couplage 30 prévu sur le navire. Le dispositif de transfert comprend un réseau de segments multiples articulés de conduite de fluide du type accordéon ou à losange(s)

déformable(s) et actionnés par câble, les extrémités du réseau étant raccordées, au moyen de coudes et de joints tournants, respectivement à des tronçons de conduite fixés à la flèche et des tronçons de conduite destinés à être raccordés au moyen de couplage.

5 Un tel système permet d'effectuer un chargement ou un déchargement en tandem par mer forte. Il est cependant très encombrant sur le FPSO.

D'autres systèmes proposent d'utiliser des flexibles flottants ou suspendus entre le FPSO et le navire qui sont amarrés côte à côte ou en 10 tandem.

Bien que de tels systèmes permettent d'effectuer le chargement dans des mers fortement agitées, le débit est limité par la vitesse d'écoulement dans les flexibles. Par ailleurs, de tels flexibles offrent une résistance aux coups de bâlier limitée et le grand rayon de courbure des flexibles implique un volume 15 de stockage important (tambour de grand diamètre). Ce type de flexible a également une durée de vie limitée et requiert des tests périodiques contraignants. Mais surtout, l'état actuel de la technologie des flexibles ne permet pas un transfert cryogénique.

Dans d'autres modes de réalisation, des flexibles raccordés par 20 des joints tournants (rotations) forment des lignes produits supportées par une structure métallique articulée.

La présente invention vise à améliorer les conditions de transfert de fluide entre deux emplacements, en particulier entre un premier emplacement situé sur une plate-forme flottante de production indépendante et 25 un second emplacement situé sur un navire chargé du transport du fluide.

A cette fin, elle propose un ensemble de transfert de fluide entre un premier emplacement et un second emplacement, comportant :

- un treuil à commande en tension constante destiné à être installé au premier emplacement, sur lequel est enroulé un câble de suspension 30 destiné à être tendu entre les deux emplacements et qui est adapté à soumettre le câble de suspension à une tension constante ;

- un support de stockage destiné à être installé au premier emplacement pour stocker en suspension des éléments rigides de conduite articulés entre eux par l'intermédiaire de tronçons d'articulation pourvus de coudes et de joints tournants, de manière à pouvoir passer d'une position de stockage dans laquelle les tronçons de conduite sont suspendus en accordéon au support de stockage à une position déployée entre les deux emplacements par suspension au câble pour effectuer le transfert de fluide ; et
- des moyens d'attelage de certains, prédéterminés, des tronçons d'articulation au support de stockage ou au câble de suspension en fonction de la longueur de câble de suspension tendu entre les deux emplacements.

15 Un tel ensemble à tuyauterie rigide, dont les éléments individuels sont reliés par des joints tournants, autorise une vitesse de fluide élevée et, partant, un haut débit de transfert. Il offre également une bonne résistance de la tuyauterie aux coups de bélier.

Il permet par ailleurs, d'effectuer des transferts de gaz naturel liquéfié en utilisant des joints tournants cryogéniques existants, du type joints tournants Chicksan®.

20 En outre, le câble de suspension étant soumis à une tension constante, il est enroulé sur son treuil ou déroulé à partir de celui-ci en fonction du mouvement d'éloignement ou de rapprochement des deux structures. Le nombre de tronçons d'articulation prédéterminés accrochés à ce câble de suspension dépend donc de la longueur de ce dernier tendu entre les deux structures.

De préférence, les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension des tronçons prédéterminés d'articulation, à chacune desquelles est fixée transversalement une pince de serrage du câble de suspension par le dessus, pour fixer la jambe de suspension au câble de suspension, et l'ensemble comporte en outre un treuil de connexion destiné à être installé au second emplacement, sur lequel est enroulé un câble de

connexion adapté à être raccordé au câble de suspension pour l'amener, avant transfert de fluide, au second emplacement et l'y amarré ou pour le ramener, après transfert de fluide, au premier emplacement, tout en le soumettant à une tension constante au moyen du treuil à commande en tension constante.

5 Grâce à ces dispositions, le treuil de connexion extrait du support de stockage le câble de suspension et les tronçons de conduite articulés, alors que la tension constante du treuil à commande en tension constante s'oppose à la sortie de ce câble et limite la flèche de l'ensemble en suspension.

Pour amener le câble de connexion au premier emplacement et le raccorder au câble de suspension, l'ensemble comporte, avantageusement, un treuil destiné à être installé au premier emplacement et sur lequel est enroulé un filin destiné à être raccordé au câble de connexion pour l'amener au premier emplacement afin de le raccorder au câble de suspension.

Pour fixer le câble de connexion au câble de suspension, un mécanisme à mâchoires, adapté à solidariser une extrémité du câble de connexion au câble de suspension, est de préférence fixé à une extrémité de ce dernier.

De préférence également, l'ensemble comporte un dispositif formant butée mécanique, destiné à être installé au deuxième emplacement et 20 à verrouiller le mécanisme à mâchoires, une fois le câble de suspension tendu entre les deux emplacements.

Pour des raisons de commodité, l'ensemble comporte un moyen de raccordement fluidique sur un tronçon de conduite d'extrémité et qui est destiné à être raccordé à un moyen de raccordement fluidique complémentaire 25 destiné à être installé au second emplacement pour effectuer le transfert de fluide.

Selon des caractéristiques préférées du point de vue des possibilités de déplacement offertes par celles-ci :

30 - une partie au moins des tronçons d'articulation destinés à être attelés au câble de suspension comporte une combinaison d'un joint tournant d'axe sensiblement vertical et d'au moins un joint tournant d'axe sensiblement

horizontal, en position déployée des tronçons de conduite ; et/ou

- les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension, dont chacune comporte un pince de serrage du câble de suspension par le dessus, fixée transversalement à l'une de ses extrémités, et est reliée à un tronçon d'articulation par l'intermédiaire d'une articulation à pivot d'axe sensiblement parallèle à la direction d'extension du passage de réception du câble de suspension défini par la pince ; et/ou
- les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension, dont chacune est solidarisée à un tronçon d'articulation au moyen d'un roulement.

5 Selon un mode de réalisation préféré, le support de stockage est monté librement pivotant en azimut sur une embase destinée à être fixée au premier emplacement et l'ensemble comporte en outre au moins deux jeux de poulies de guidage latéral du câble de suspension, fixés au support de 10 stockage en des emplacements différents et adaptés à s'éloigner du câble de suspension à tour de rôle au passage d'un moyen d'attelage.

15 Grâce à ces dispositions, le support de stockage est aligné automatiquement sur le câble de suspension, tout en autorisant une souplesse latérale de la ligne produite par les tronçons de conduite.

20 Selon une variante de réalisation, le support de stockage est monté pivotant en azimut sur une embase destinée à être fixée au premier emplacement et l'ensemble comporte en outre un détecteur de position angulaire du câble de suspension et un dispositif d'asservissement en rotation du support de stockage autour de l'embase, sensible à des signaux de sortie 25 filtrés du détecteur pour aligner le support de stockage sur la direction principale du câble de suspension.

30 Selon une autre variante, le support de stockage est lié de manière rigide à une embase destinée à être fixée au premier emplacement, chaque tronçon d'articulation destiné à être attelé au câble de suspension comporte une combinaison d'un joint tournant d'axe sensiblement vertical et d'au moins un joint tournant d'axe sensiblement horizontal, en position

déployée des tronçons de conduite, et l'ensemble comporte au moins deux jeux de poulies de guidage latéral du câble de suspension, fixés au support de stockage en des emplacements différents et adaptés à s'éloigner du câble de suspension à tour de rôle au passage d'un moyen d'attelage.

5 Selon des caractéristiques préférées pour leur commodité de mise en oeuvre, les moyens d'attelages comportent une pluralité de jambes de suspension, à chacune desquelles est fixée transversalement une pince de serrage du câble de suspension par le dessus, chacune des pinces comportant deux branches articulées, sollicitées vers une position de serrage de la pince
10 10 par un ressort et munies chacune d'un galet, et le support comportant deux rails définissant chacun une piste de roulement pour l'un des galets de la pince, l'écartement des rails étant tel qu'en position de stockage des tronçons de conduite, la pince est maintenue, dans une position ouverte à l'encontre de la force du ressort, permettant d'engager celle-ci sur le câble de suspension lors
15 15 du passage des tronçons de conduite vers la position déployée.

Pour supporter le câble de suspension en sortie du support de stockage, l'ensemble comporte, avantageusement, des poulies de support du câble de suspension, en aval des rails du support de stockage.

La présente invention propose également l'utilisation de
20 l'ensemble exposé ci-dessus pour le transfert de gaz naturel liquéfié entre une plate-forme flottante de production indépendante définissant le premier emplacement et un navire définissant le second emplacement, les tronçons de conduite étant reliés par des articulations à d'autres tronçons de conduite pour former deux conduites de transfert de fluide adaptées à être déployées
25 parallèlement et simultanément entre les deux emplacements, l'une de ces conduites servant au transfert de gaz naturel liquéfié vers le navire et l'autre servant au retour de la vapeur vers la plate-forme.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre
30 d'exemples, des modes de réalisation non limitatifs de la présente invention.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue en plan conforme à un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en élévation latérale de ce même ensemble ;
- la figure 3 est une vue en élévation latérale d'une jambe de suspension d'un 5 tronçon d'articulation de l'ensemble des figures 1 et 2 ;
- la figure 4 est une vue de face, avec arrachements partiels, de cette même jambe de suspension en position de stockage ;
- la figure 5 est une vue en coupe longitudinale d'un mécanisme à mâchoires de l'ensemble des figures 1 et 2 ;
- 10 - la figure 6 est une vue en coupe selon la ligne VI-VI de la figure 5, avec arrachement partiel ;
- la figure 7 illustre, schématiquement, le positionnement de moyens de guidage latéral de câble de suspension de l'ensemble des figures 1 et 2, au passage de la jambe de suspension des figures 3 et 4 ;
- 15 - la figure 8 montre ces mêmes moyens de guidage, en position de guidage du câble de suspension ;
- la figure 9 est une vue en plan d'un système de poulies de support du câble de suspension ;
- la figure 10 est une vue en élévation latérale du système de la figure 9 ;
- 20 - la figure 11 est une vue en plan d'une variante de réalisation de l'ensemble de transfert de fluide ;
- la figure 12 est une vue en élévation latérale de l'ensemble de la figure 11 ;
- la figure 13 est une vue de face d'un dispositif de détection de position 25 angulaire du câble de suspension de l'ensemble des figures 11 et 12 ;
- la figure 14 est une vue en plan du dispositif de la figure 13 ;
- la figure 15 est une en plan d'une autre variante de réalisation de l'ensemble de transfert de fluide ;
- la figure 16 est une vue en élévation latérale de l'ensemble de la figure 15 ;
- la figure 17 est une vue en plan d'une variante de réalisation de l'ensemble 30 de transfert de fluide pour le transfert de gaz naturel liquéfié ;
- la figure 18 est une vue en agrandissement d'un premier type de tronçon

d'articulation mis en oeuvre dans les ensembles des figures 1, 2, 11, 12 , 15 et 16 ;

- la figure 19 est une vue en agrandissement d'un second type de tronçon d'articulation mis en oeuvre dans les ensembles des figures 1, 2, 11, 12 , 15 et 16 ;
- la figure 20 est une vue en agrandissement d'un premier type de tronçon d'articulation mis en oeuvre dans l'ensemble de la figure 17 ; et
- la figure 21 est une vue en agrandissement d'un second type de tronçons d'articulation mis en oeuvre dans l'ensemble de la figure 17.

10 Sur la figure 1 est représentée en 10 une partie d'une plate-forme de production indépendante. Une navire-citerne 11 est amarré au moyen d'une aussière 12 à la plate-forme 10. Un ensemble de transfert de fluide 13 conforme à un mode de réalisation préféré de l'invention permet de transférer, ici, du pétrole brut extrait sur la plate-forme 10 au navire-citerne 11.

15 A cet effet, l'ensemble 13 comporte un support 14 installé sur la plate-forme 10 pour stocker en suspension une pluralité de tronçons rigides 15 de conduite de transfert de fluide, en l'espèce de pétrole brut, articulés entre eux par l'intermédiaire de tronçons d'articulation 16, 16' pourvus de coudes à 90° et de joints tournants, de manière à pouvoir passer d'une position de 20 stockage dans laquelle les tronçons de conduite 15 sont suspendus en accordéon au support 14 à une position déployée entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11 par suspension à un câble de suspension ou câble porteur 17 pour effectuer le transfert de fluide (voir figure 2 où les deux positions sont illustrées).

25 Comme on le voit mieux sur la figure 18, les tronçons d'articulation 16 comportent chacun deux coudes à 90° 18 raccordés par une extrémité à une extrémité de tronçon rigide de conduite 15 et par leur autre extrémité au coude à 90° 18 voisin, par l'intermédiaire d'un joint tournant ou rotation 19. L'axe de ce joint tournant 19 est sensiblement horizontal et perpendiculaire au 30 câble de suspension 17, lorsque le tronçon d'articulation 16 y est suspendu (voir figure 1). Ce type de joint tournant 19 permet aux tronçons de conduite 15

d'épouser la courbe du câble de suspension 17 dans le plan vertical, en position déployée de ces tronçons de conduite 15, mais également de replier ces tronçons de conduite 15 pour le stockage en accordéon sur le support ou gare de stockage 14.

5 Pour des raisons identiques, les tronçons d'articulation 16' sont également pourvus, chacun, d'un joint tournant 19' d'axe horizontal entre deux coudes à 90° 18'. Cependant, entre l'un des ces coudes à 90° 18' et l'extrémité d'un tronçon rigide de conduite 15, il est prévu un troisième coude à 90° 18". Ce troisième coude à 90° 18" est relié au coude à 90° voisin par un joint 10 tournant 20 d'axe sensiblement vertical en position déployée, autorisant des déplacements latéraux des tronçons de conduite 15. Ces déplacements latéraux permettent à l'ensemble de répondre aux mouvements oscillants du navire-citerne 11 et de la plate-forme 10 lors du transfert. En outre, la torsion 15 de cette ligne est absorbée par un joint tournant supplémentaire 21 raccordant le troisième coude à 90° 18" du tronçon d'articulation 16' à une extrémité du tronçon de conduite 15 avec lequel le joint tournant 21 est aligné.

Comme on le voit sur la figure 1, grâce à ces tronçons d'articulation 16, 16', les tronçons de conduite 15 se retrouvent ainsi positionnés alternativement d'un côté et de l'autre du câble de suspension 17 20 en position déployée.

On notera également que dans le présent mode de réalisation préféré, un tronçon d'articulation sur quatre est du type à joint tournant d'axe vertical.

Pour suspendre ces tronçons de conduite 15 au support de 25 stockage 14 et au câble de suspension 17 en fonction de la longueur du câble de suspension 17 tendu entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11, des moyens d'attelage sont également prévus.

Comme on le voit sur la figure 2, ceux-ci comportent des jambes de suspension 22 reliées, tous les deux tronçons de conduite 15, à un tronçon 30 d'articulation 16 ou 16' au niveau du joint tournant d'axe horizontal 19 ou 19', respectivement.

De telles jambes de suspension 22 sont représentées plus en détails sur les figures 3 et 4.

Comme on peut le voir sur ces figures, chaque jambe de suspension 22 est reliée à un tronçon d'articulation 16 par l'intermédiaire d'un 5 roulement 23 ayant une bague intérieure 24 et une bague extérieure 25, entre lesquelles sont insérées des billes 26. La bague intérieure 24 est fixée à l'extérieur du joint tournant voisin 19, tandis que la bague extérieure 25 est reliée à l'extrémité d'une branche verticale 27 de la jambe de suspension 22 par l'intermédiaire d'une articulation à pivot 28.

10 L'axe de cette articulation à pivot 28 est sensiblement parallèle à la direction d'extension d'un passage de réception 29 défini par une pince 30 et destiné à recevoir le câble de suspension 17.

Cette pince 30 est solidaire de la branche 27, à son extrémité opposée à celle reliée à la bague 25. Elle comporte deux branches articulées 15 31, 32 sollicitées vers une position de serrage de la pince 30 par un ressort 33 retenu entre les branches 31 et 32 par une tige 34 montée pivotante sur la branche 31 et reçue dans un trou de passage 35 de la branche 32.

On notera encore que la pince 30 est, ici, fixée à la branche 27, transversalement à celle-ci et permet un serrage par le dessus du câble de 20 suspension 17.

On appréciera que l'articulation à pivot 28 autorise un désalignement entre le câble de suspension 17 et l'axe de la conduite formée par les tronçons de conduite 15 en position déployée.

Comme on peut le voir également sur la figure 4, chacune des 25 branches 31 et 32 est également pourvue d'un galet 37a, 37b à son extrémité opposée à celle de serrage du câble de suspension 17. Chacun de ces galets 37a, 37b est engagé en roulement sur un rail 38a, 38b du support de stockage 14.

En position de stockage, l'écartement des rails 38a, 38b est tel 30 que la pince 30 est maintenue dans une position ouverte, à l'encontre de la

force du ressort 33, permettant d'engager celle-ci sur le câble de suspension 17 lors du passage des tronçons de conduite 15 vers la position déployée.

Un système de commande 39 (voir figures 1 et 2) est monté sur le support de stockage 14 et est équipé d'un actionneur hydraulique adapté à 5 engager une pince 30 entre les rails 38a, 38b ou à libérer une telle pince 30 pour lui permettre de s'accrocher au câble de suspension 17.

Afin que les jambes de suspension 22 soient accrochées au câble de suspension 17 avec un espacement régulier, le système de commande est relié à un capteur de position angulaire d'un treuil à commande en tension 10 constante 40 installé sur la plate-forme 10 et sur lequel est enroulé le câble de suspension 17.

La longueur déroulée du câble de suspension 17 est mesurée par le capteur de position angulaire et l'information correspondante est transmise au système de commande 39 qui répond de la façon suivante :

15 - si le câble 17 est en cours de déroulement et si un espacement prédéterminé est atteint, une pince 30 est libérée pour lui permettre de venir serrer le câble de suspension 17 et, partant, de rendre un tronçon d'articulation 16 ou 16' solidaire de ce câble 17 ;

- si le câble est en cours d'enroulement sur le treuil 40 et si une pince 30 se 20 présente devant le système de commande 39, l'actionneur hydraulique de celui-ci vient engager la pince 30 entre les rails 38a et 38b et la retient en position de stockage entre ces rails 38a, 38b.

Cette logique de fonctionnement est appliquée durant toute la phase de transfert de fluide entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11, 25 pendant laquelle la distance de séparation entre ceux-ci pourra augmenter ou diminuer.

Le treuil à commande en tension constante 40 permet d'appliquer une tension constante sur le câble de suspension 17 afin de maintenir une flèche sensiblement constante au milieu de ce câble 17. A cet effet, le treuil 40 30 est actionné par un moteur hydraulique soumis en permanence à une pression constante. En cas d'éloignement ou de rapprochement du navire-citerne 11, le

câble de suspension 17 est enroulé sur le treuil 40 ou déroulé à partir de celui-ci ; la variation de flèche (faible) n'est due qu'à la variation de portée (distance de séparation entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11).

Le câble de suspension enroulé sur ce treuil 40 est amené au support de stockage 14 par une poulie de renvoi à 90° 41 montée sur une embase 42 fixée à la plate-forme 10. Le support de stockage 14 est également monté pivotant en azimut sur cette embase 42 au moyen de roulements 43.

Le support de stockage 14 est par ailleurs relié au pont de la plate-forme 10 par des galets 44 reprenant le poids du support 14.

10 Un jeu 45 d'autres tronçons de conduite articulés entre eux au moyen de joints tournants et de coudes longe l'embase 42 pour venir alimenter la conduite formée par les tronçons 15 en pétrole brut, tout en étant à même de suivre le pivotement du support de stockage 14 autour de l'embase 42.

15 L'autre extrémité de cette conduite, située du côté du navire-citerne 11 en position déployée, est pourvue d'un coupleur hydraulique double-vanne 46 destiné à être raccordé à un manifold 47 situé sur le navire-citerne 11.

20 Pour amener le câble de suspension 17 et les tronçons de conduite 15 qui y sont fixés de la plate-forme 10 au navire-citerne 11, un treuil 48 sur lequel est enroulé un câble de connexion 49 est installé sur le pont du navire-citerne 11. Pour amener le câble de connexion 49 du côté de la plate-forme 10 afin de pouvoir le fixer au câble de suspension 17, il est prévu un treuil annexe 50 sur le pont de la plate-forme 10, sur lequel est enroulé un filin 51.

25 Comme on peut le voir sur la figure 5, ce filin 51 est pourvu, à une de ses extrémités, d'une boucle 52 d'attelage du filin 51 à une douille 53 fixée à une extrémité du câble de connexion 49.

30 Pour fixer le câble de suspension 17 au câble de connexion 49, une fois ce dernier amené du côté de la plate-forme 10, un mécanisme à mâchoires 54 est fixé à une extrémité du câble de suspension 17. Deux ressorts de rappel 55a, 55b permettent de maintenir la douille 53 en place entre les mâchoires 56a, 56b lorsque les câbles sont détendus. En revanche, la tension des câbles tend à

resserrer les mâchoires 56a, 56b sur la douille 53, car cette dernière vient buter, en position de raccordement, contre un épaulement 57a, 57b de chacune des mâchoires 56a, 56b, ce qui a pour effet de faire pivoter ces dernières vers leur position de retenue de la douille 53.

5 Sur cette figure 5, on reconnaît également une partie d'une jambe 58 montée mobile en pivotement sur le mécanisme à mâchoires 54 et à laquelle est fixé le coupleur 46 (voir figure 2).

10 Comme on le voit sur les figures 1 et 2, un premier dispositif formant butée mécanique 59 est fixé au support de stockage 14 et un second dispositif formant butée mécanique 60 est installé sur le pont du navire-citerne 11, à proximité du manifold 47. Le premier dispositif formant butée 59 sert à verrouiller le mécanisme à mâchoires 54 tant que la procédure de déploiement du câble de suspension 17 et des tronçons 15 de conduite n'a pas démarré, tandis que le second dispositif formant butée mécanique 60 sert à verrouiller ce 15 même mécanisme à mâchoires 54, une fois le câble de suspension 17 tendu entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11.

20 Dans le cas du présent mode de réalisation, l'effort de tension du câble de suspension 17 s'applique à l'embase 42 par l'intermédiaire de la poulie de renvoi 41. Le support de stockage 14 ne supporte que le poids des tronçons 15 de conduite. Ce support 14, libre de tourner autour de l'embase 42, doit donc être aligné sur le câble de suspension 17. Cet alignement est obtenu grâce à des poulies de guidage latéral visibles sur les figures 7 à 10.

25 Les figures 7 et 8 montrent un jeu de deux poulies 61 et 62 montées chacune mobiles en pivotement sur une plaque-support 63 au moyen de bras 64 et 65, respectivement.

Ces bras 64 et 65 sont actionnés en pivotement autour d'un pivot commun 66 à l'aide de deux vérins hydrauliques 67 et 68 dont chacun est fixé à la plaque-support 63, d'une part, et à l'un des bras 64 et 65, d'autre part.

30 La plaque-support 63 est, quant à elle, fixée au support de stockage 14.

Ainsi, dans une position illustrée sur la figure 8, où ces poulies 61 et 62 sont en contact avec le câble de suspension 17, de part et d'autre de celui-ci, tout déplacement de ce câble de suspension 17 entraîne un pivotement du support de stockage 14 sur l'embase 42, maintenant le support de stockage 5 14 aligné avec le câble de suspension 17 et, par conséquent, également avec l'axe de la conduite de transfert de fluide déployée entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11.

Il en résulte que le support de stockage 14 est aligné automatiquement sur le câble de suspension 17.

10 Au passage d'une jambe de suspension 22 (voir figure 7), les poulies 61 et 62 sont éloignées du câble de suspension 17 par actionnement des vérins hydrauliques 67 et 68. La simplicité d'un tel système avec deux vérins hydrauliques garantit une bonne fiabilité mécanique.

Pour conserver cependant un guidage latéral à tout moment, il est 15 en fait prévu deux jeux de poulies à des emplacements différents et qui s'effacent à tour de rôle devant le passage d'une jambe de suspension 22.

Ces deux jeux de poulies sont représentés sans leurs moyens de manœuvre sur les figures 9 et 10. On y reconnaît le premier jeu de poulies 61, 62 également visible sur les figures 7 et 8, ainsi que le second jeu de poulies 20 61', 62' placées de part et d'autre du câble de suspension 17, en amont du premier jeu de poulie 61, 62.

En raison des mouvements alternatifs du navire-citerne 11 pendant la phase de chargement de celui-ci, une jambe de suspension 22 peut s'arrêter en tout point de ce système de guidage par poulies, pour repartir dans un sens 25 ou dans l'autre, voire osciller autour d'une position.

De ce fait, le système de commande 39 est relié à un détecteur de position pour lui permettre de modifier l'ordre des opérations d'effacement des jeux de poulies, en fonction de la position détectée d'une jambe de suspension 22.

30 On reconnaît également sur les figures 9 et 10 des poulies 69-72 de reprise du poids des tronçons 15 à la sortie du support de stockage 14.

Ces poulies 69-72 sont reliées, deux à deux, par des barres de liaison 73-76, elles-mêmes articulées en pivotement sur des barres intermédiaires 77 et 78 de suspension des poulies 69-72 au support de stockage 14.

5 L'ensemble de transfert de fluide 13 fonctionne de la façon suivante :

Avant la mise en place de l'ensemble de transfert de fluide 13, les tronçons 15 de conduite sont en position rétractée, c'est à dire suspendus en accordéon sur le support de stockage 14.

10 Pour mettre en place l'ensemble de transfert de fluide 13, le filin 51 est, tout d'abord, amené depuis la plate-forme 10 vers le navire-citerne 11, par exemple en le passant en même temps que l'aussière 12. Un opérateur, côté navire-citerne 11, connecte alors ce filin à l'extrémité du câble de connexion 49, enroulé sur son treuil 48.

15 Après cette connexion, le filin 51 est enroulé sur son treuil 50. Il entraîne le câble de connexion 49 qui est déroulé de son treuil 48. Lorsque l'extrémité du câble de connexion 49 arrive au support de stockage 14, il se connecte automatiquement à l'extrémité du câble de suspension 17. Plus précisément, la douille 53 du câble de connexion 49 écarte les mâchoires 56a, 20 56b du mécanisme à mâchoires 54 et se met en place. Une fois le câble de connexion 49 raccordé au câble de suspension 17, le treuil de connexion 48, côté navire-citerne 11, est mis en marche pour extraire du support de stockage 14 le câble de suspension 17 et les tronçons 15 de conduite qui y sont progressivement fixés. La tension constante appliquée par le treuil 40 s'oppose 25 à la sortie du câble de suspension 17 et limite la flèche de l'ensemble de transfert de fluide 13 en suspension. Les jambe de suspension 22 sont, quant à elles, fixées à ce câble de suspension 17 avec un espace régulier.

Lorsque l'extrémité du câble de suspension 17 arrive du côté du navire-citerne 11, le dispositif de butée mécanique 60 verrouille le mécanisme à 30 mâchoires 54. Le treuil de connexion 48 est alors arrêté et le coupleur hydraulique 46 est raccordé à une bride du manifold 47.

Les vannes du coupleur 46 sont alors ouvertes et le chargement du navire-citerne 11 peut commencer.

Pendant toute la durée du chargement, les tronçons de conduite 15 se rétractent ou sortent du support de stockage, suivant la distance 5 séparant la plate-forme 10 du navire-citerne 11.

Pour la déconnexion, l'ordre de la séquence est inversé et les mouvements se font en sens opposé. Cependant, le principe du maintien de la tension constante depuis la plate-forme 10 est conservé.

On appréciera qu'un tel ensemble de transfert de fluide 13 permet 10 des déplacements relatifs importants dans toutes les directions.

En outre, il autorise une vitesse de fluide élevée et, par conséquent, un haut débit de transfert, tout en offrant une bonne résistance de la tuyauterie aux coups de bâlier.

La variante de réalisation représentée sur les figures 11 à 14 15 propose un asservissement en rotation du support de stockage.

Plus précisément, le système à poulies de guidage latéral du câble de suspension 17 des figures 1 à 10 est remplacé par un système d'asservissement en rotation du support de stockage 14, comportant un détecteur de position angulaire 79 du câble de suspension 17 (voir figures 13 et 20 14) et un dispositif d'asservissement en rotation 80 du support de stockage 14 autour de l'embase 42 (voir figure 11).

La direction latérale du câble de suspension 17 en sortie du support de stockage 14 est mesurée à l'aide d'un galet mobile 81 reposant sur ce câble 17. Ce galet mobile 81 est capable de suivre les mouvements latéraux du câble 25 17 grâce à son montage sur un support articulé 82 monté sur une plaque de fixation 83 au support de stockage 14 au moyen de deux articulations 84a et 84b de compensation de hauteur.

Le support articulé 82 est également relié à un codeur de rotation 85.

30 Le signal de sortie de ce codeur 85, représentatif de la position angulaire du câble de suspension 17, a été filtré de façon à supprimer les

oscillations propres du câble. Ce signal est transmis à un moteur hydraulique 86 du dispositif d'asservissement en rotation 80 pour aligner le support de stockage 14 avec la direction principale du câble de suspension 17 grâce à un système du type roue dentée-crémaillère, dont la roue dentée est montée sur l'arbre de sortie 5 du moteur hydraulique 86 et la crémaillère 87 est montée sur le pont de la plate-forme 10, derrière la piste de roulement 88 des galets 44.

Pour le reste, l'ensemble de transfert de fluide 13' des figures 11 à 14 est en tous points identique à l'ensemble de transfert de fluide 13 des figures 1 à 10.

10 Dans le cas de la variante de réalisation des figures 15 et 16, le support de stockage 14' de l'ensemble de transfert de fluide 13" est lié de manière rigide à la plate-forme 10.

15 Les déplacements latéraux du navire-citerne 11 par rapport à la plate-forme 10 sont donc entièrement absorbés en sortie de support de stockage 14' par le câble de suspension 17 et la conduite de transfert de fluide formée par les tronçons de conduite 15.

L'ensemble de transfert de fluide 13" comporte, par conséquent, un système 89 de guidage latéral du câble de suspension 17 en sortie de support de stockage 14', similaire à celui décrit en référence aux figures 7 à 10.

20 En outre, des tronçons d'articulation à joint tournant d'axe sensiblement vertical, du type de ceux représentés sur la figure 19, sont placés au niveau de chaque jambe de suspension 22.

Pour le reste cet ensemble de transfert de fluide 13" fonctionne de façon similaire à celui des figures 1 à 10.

25 Il est à noter que le treuil, sur lequel est enroulé le filin, n'est pas visible sur ces figures 15 et 16. Ce treuil est identique à ceux représentés sur les autres figures et peut, par exemple, être placé derrière le treuil 50.

Un autre mode de réalisation de l'ensemble de transfert de fluide est représenté sur la figure 17.

30 Cet ensemble de transfert de fluide 13"" est destiné au transfert de gaz naturel liquéfié de la plate-forme 10 vers le navire-citerne 11. Il comporte, à

cet effet, un second réseau de tronçons de conduite 15' formant une conduite servant au retour de la vapeur du navire-citerne 11 vers la plate-forme 10.

Comme on le voit sur les figures 20 et 21, les tronçons de conduite 15' servant au retour de vapeur ont un diamètre inférieur au diamètre des 5 tronçons de conduite 15 servant au transfert de gaz naturel liquéfié.

Le transfert de gaz naturel liquéfié se faisant à une température d'environ -160°C, l'ensemble des joints tournants utilisés dans le cas de ce mode de réalisation sont des joints tournants cryogéniques du type joints Chicksan®.

Par ailleurs, afin de pouvoir déployer les deux conduites 10 parallèlement et simultanément entre la plate-forme 10 et le navire-citerne 11, les tronçons d'articulation respectifs 16, 16" sont reliés entre eux au moyen d'articulations transversales 90, comme montré sur les figures 20 et 21.

A cet égard, il est à noter que les tronçons d'articulation 16" de la figure 21 ne comportent chacun qu'un seul joint tournant d'axe sensiblement 15 horizontal 91, 91' associé à un joint d'axe sensiblement vertical 92, 92'.

Les tronçons d'articulation 16 de la figure 20 sont, quant à eux, identiques à celui de la figure 18.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples.

20 En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons.

Par ailleurs, l'ensemble de transfert de fluide conforme à la présente invention peut être utilisé pour transférer des fluides autres que le pétrole brut et le gaz naturel liquéfié. Parmi ces fluides on citera notamment le 25 gaz de pétrole liquéfié et les condensats.

REVENDICATIONS

1. Ensemble de transfert de fluide entre un premier emplacement et un second emplacement, comportant :
 - 5 - un treuil à commande en tension constante (40) destiné à être installé au premier emplacement, sur lequel est enroulé un câble de suspension (17) destiné à être tendu entre les deux emplacements (10, 11) et qui est adapté à soumettre le câble de suspension (17) à une tension constante ;
 - un support de stockage (14 ; 14') destiné à être installé au premier
- 10 emplacement (10) pour stocker en suspension des tronçons rigides de conduite (15) articulés entre eux par l'intermédiaire de tronçons d'articulation (16, 16' ; 16") pourvus de coudes (18, 18', 18'') et de joints tournants (19, 20, 21 ; 91, 92), de manière à pouvoir passer d'une position de stockage dans laquelle les tronçons de conduite (15) sont suspendus en
- 15 accordéon au support de stockage (14 ; 14') à une position déployée entre les deux emplacements (10, 11) par suspension au câble de suspension (17) pour effectuer le transfert de fluide ; et
- des moyens d'attelage (22) de certains, prédéterminés, des tronçons d'articulation (16, 16' ; 16") au support de stockage (14 ; 14') ou au câble
- 20 de suspension (17) en fonction de la longueur de câble de suspension (17) tendu entre les deux emplacements (10, 11).

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension (22) des tronçons prédéterminés d'articulation (16, 16'), à chacune desquelles est fixée
- 25 transversalement une pince (30) de serrage du câble de suspension (17) par le dessus, pour fixer la jambe de suspension (22) au câble de suspension (17), et cet ensemble comporte en outre un treuil de connexion (48) destiné à être installé au second emplacement, sur lequel est enroulé un câble de connexion (49) adapté à être raccordé au câble de suspension (17) pour l'amener avant
- 30 transfert de fluide, au second emplacement (11) et l'y amarré ou pour le ramener, après transfert de fluide, au premier emplacement (10), tout en le

soumettant à une tension constante au moyen du treuil (40) à commande en tension constante.

3. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte un treuil (50) destiné à être installé au premier emplacement (10) et 5 sur lequel est enroulé un filin (51) destiné à être raccordé au câble de connexion (49) pour l'amener au premier emplacement (10) afin de le raccorder au câble de suspension (17).

4. Ensemble selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un mécanisme à mâchoires (54), adapté à solidariser une extrémité du câble 10 de connexion (49) au câble de suspension (17), est fixé à une extrémité de ce dernier pour fixer le câble de connexion (49) au câble de suspension (17),

5. Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif formant butée mécanique, destiné à être installé au deuxième emplacement (11) et à verrouiller le mécanisme à mâchoires (54), 15 une fois le câble de suspension (17) tendu entre les deux emplacements.

6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de raccordement fluidique (46) sur un tronçon (15) de conduite d'extrémité, qui est destiné à être raccordé à un moyen de raccordement fluidique complémentaire (47) destiné à être installé 20 au second emplacement (11) pour effectuer le transfert de fluide.

7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une partie au moins des tronçons d'articulation (16' ; 16'') destinés à être attelés au câble de suspension (17) comporte une combinaison d'un joint tournant (20 ; 92) d'axe sensiblement vertical et d'au moins un joint 25 tournant (19', 21 ; 91) d'axe sensiblement horizontal, en position déployée des tronçons de conduite (15, 15').

8. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension (22), dont chacune comporte un pince (30) de serrage 30 du câble de suspension (17) par le dessus, fixée transversalement à l'une de ses extrémités, et est reliée à un tronçon d'articulation (16, 16' ; 16'') par

l'intermédiaire d'une articulation à pivot (28) d'axe sensiblement parallèle à la direction d'extension du passage de réception (29) du câble de suspension (17) défini par la pince (30).

9. Ensemble selon l'une quelconque des revendication 1 à 8,
5 caractérisé en ce que les moyens d'attelage comportent une pluralité de jambes de suspension (22), dont chacune est solidarisée à un tronçon d'articulation (16, 16' ; 16'') au moyen d'un roulement (23).

10. Ensemble selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le support de stockage (14) est monté librement pivotant en azimut sur une
15 embase (42) destinée à être fixée au premier emplacement (10) et cet ensemble comporte en outre au moins deux jeux de poulies (61, 62, 61', 62') de guidage latéral du câble de suspension (17), fixés au support de stockage (14) en des emplacements différents et adaptés à s'éloigner du câble de suspension (17) à tour de rôle au passage des moyens d'attelage (22).

16. Ensemble selon les revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le support de stockage (14) est monté pivotant en azimut sur une embase (42) destinée à être fixée au premier emplacement et l'ensemble comporte en outre un détecteur (79) de position angulaire du câble de suspension (17) et un dispositif d'asservissement en rotation (80) du support de stockage (14) autour
20 de l'embase (42), sensible à des signaux de sortie filtrés du détecteur pour aligner le support de stockage (14) sur la direction principale du câble de suspension (17).

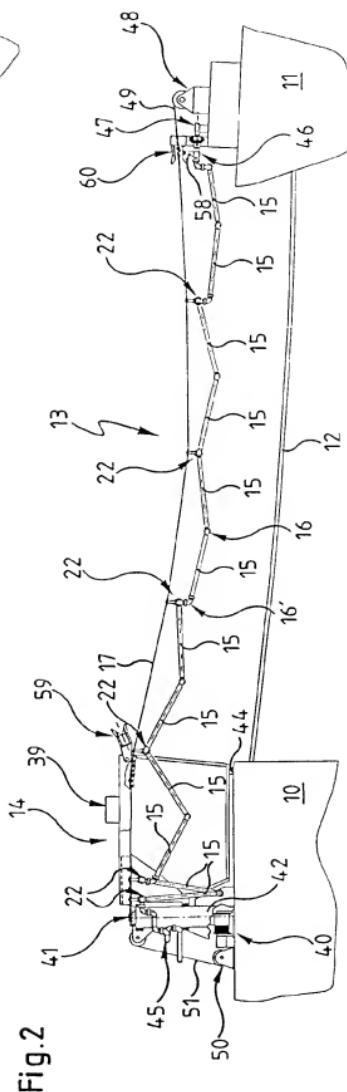
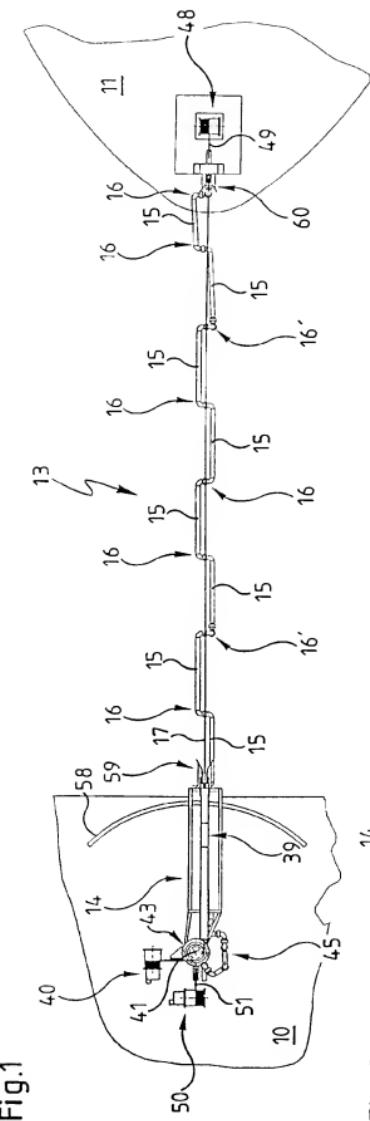
21. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,
25 caractérisé en ce que le support de stockage (14') est lié de manière rigide à une embase (42) destinée à être fixée au premier emplacement, chaque tronçon d'articulation (16', 16'') destiné à être attelé au câble de suspension (17) comporte une combinaison d'un joint tournant (20 ; 92) d'axe sensiblement vertical et d'au moins un joint tournant (19' ; 91) d'axe sensiblement horizontal, en position déployée des tronçons de conduite (15), et l'ensemble comporte au
30 moins deux jeux de poulies de guidage latéral du câble de suspension (17), fixés au support de stockage (14') en des emplacements différents et adaptés à

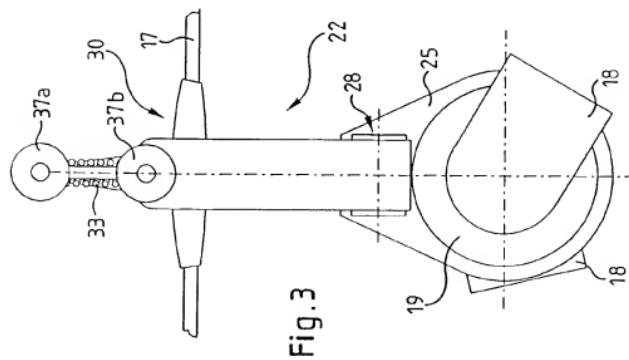
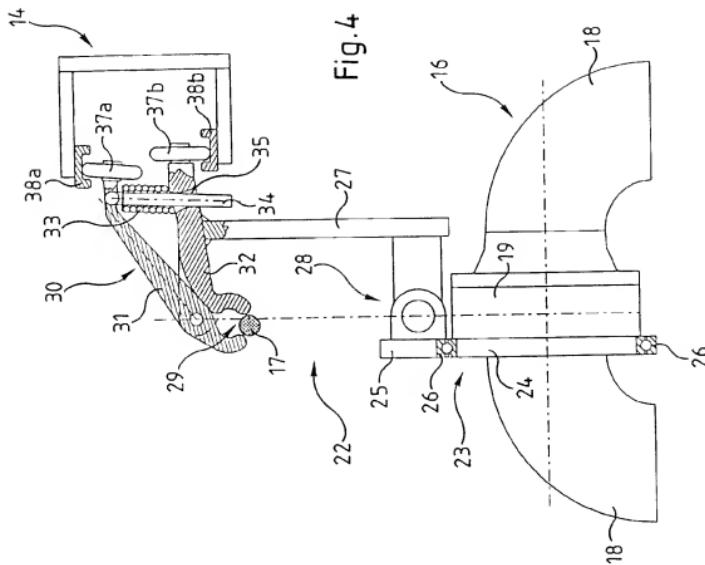
s'éloigner du câble de suspension (17) à tour de rôle au passage d'un moyen d'attelage (20).

13. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les moyens d'attelages comportent une pluralité de 5 jambes de suspension (22), à chacune desquelles est fixée transversalement une pince (30) de serrage du câble de suspension (17) par le dessus, chacune des pinces (30) comportant deux branches articulées, sollicitées vers une position de serrage de la pince (30) par un ressort (33) et munies chacune d'un galet (37a, 37b), et le support comporte deux rails (38a, 38b) définissant 10 chacun une piste de roulement pour l'un des galets de la pince (30), l'écartement des rails (38a, 38b) étant tel qu'en position de stockage des tronçons de conduite (15), la pince (30) est maintenue dans une position ouverte, à l'encontre de la force du ressort, permettant d'engager celle-ci sur le câble de suspension (17) lors du passage des tronçons de conduite (15) vers la 15 position déployée.

14. Ensemble selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte, des poulies de support (69-72) du câble de suspension (17), en aval des rails (38a, 38b) du support de stockage (14 ; 14').

15. Utilisation de l'ensemble selon l'une quelconque des 20 revendications précédentes pour le transfert de gaz naturel liquéfié entre une plate-forme flottante de production indépendante (10) définissant le premier emplacement et un navire (11) définissant le second emplacement, les tronçons de conduite (15) étant reliés par des articulations (90) à d'autres tronçons de conduite (15') pour former deux conduites de transfert de fluide adaptées à être 25 déployées parallèlement et simultanément entre les deux emplacements, l'une servant au transfert du gaz naturel liquéfié vers le navire (11) et l'autre servant au retour de la vapeur vers la plate-forme (10).





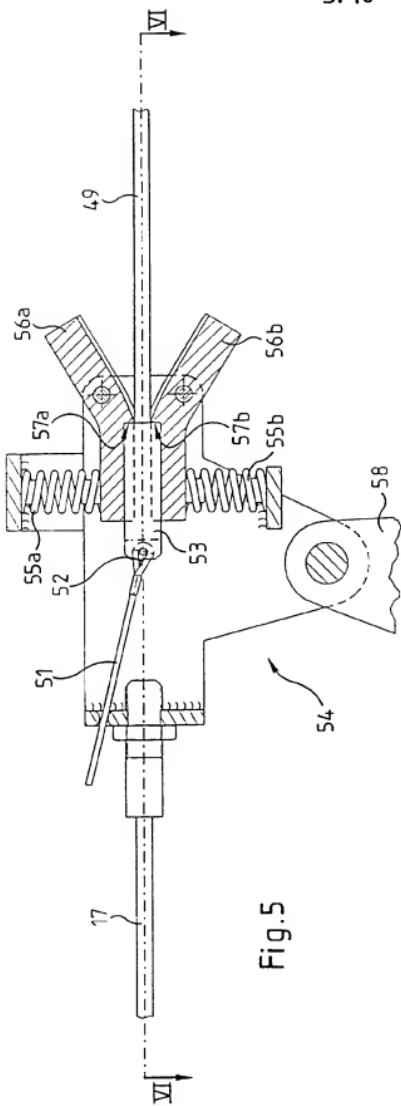


Fig. 5

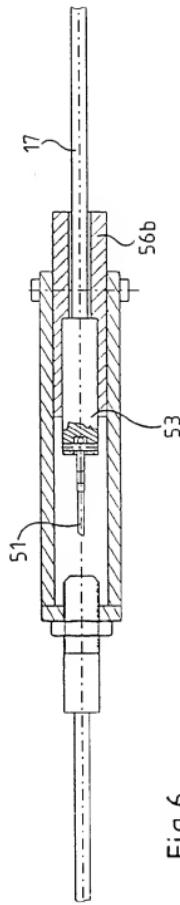


Fig. 6

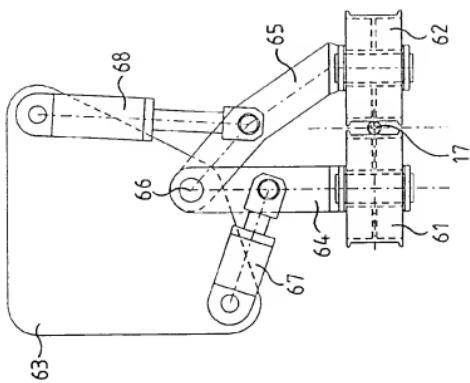


Fig. 8

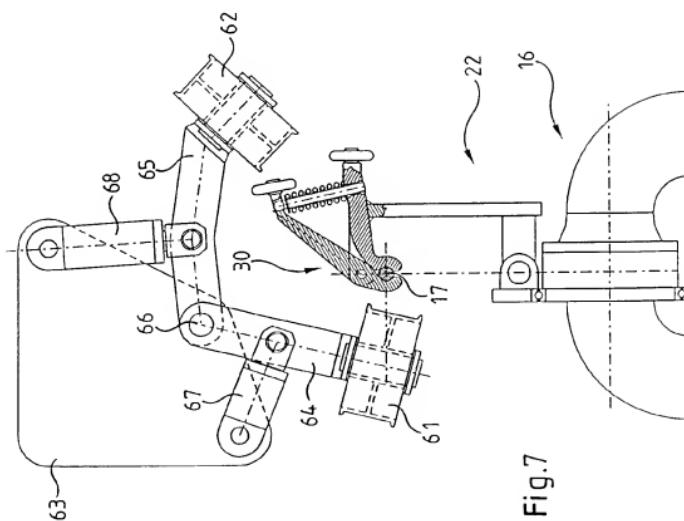


Fig. 7

Fig.9

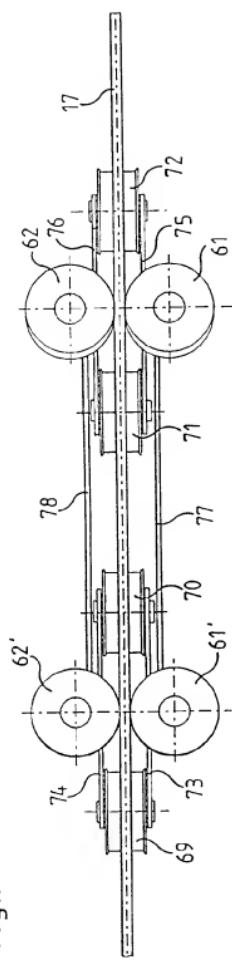
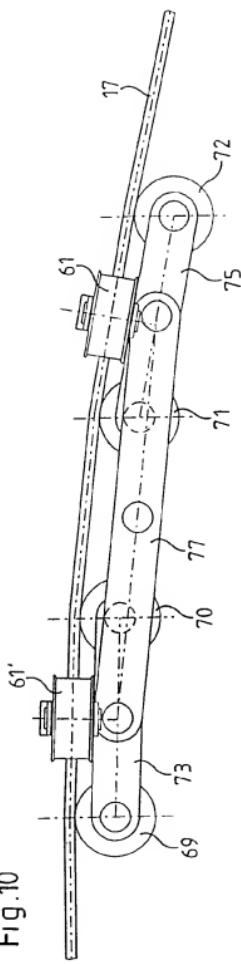


Fig.10



6/10

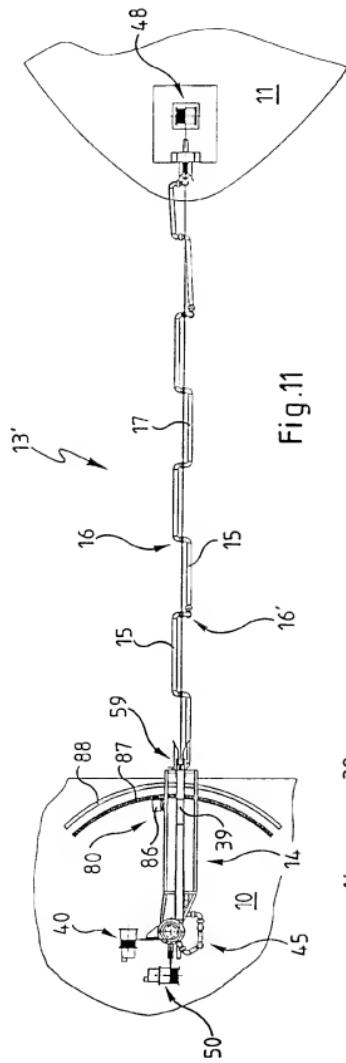


Fig.11

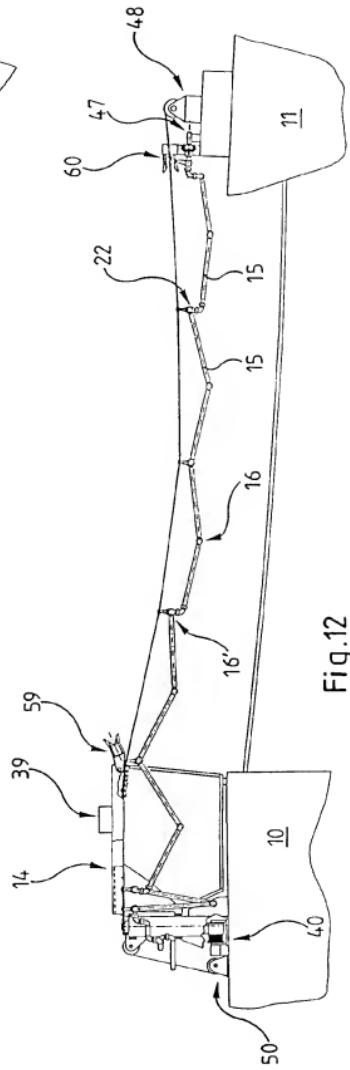


Fig.12

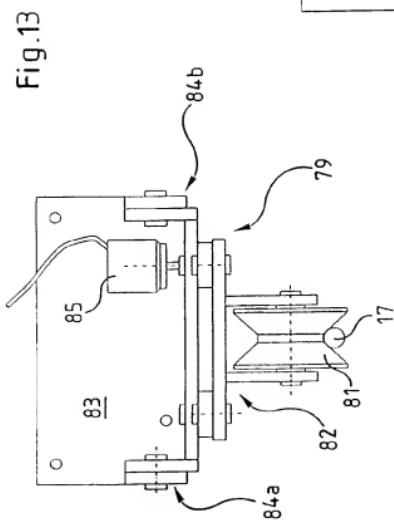


Fig.13

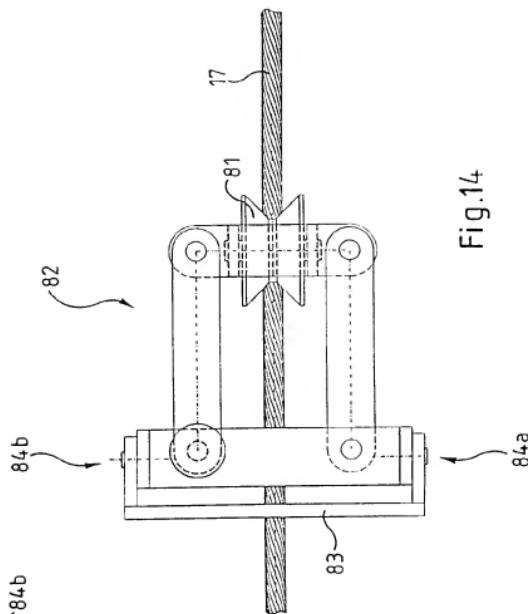


Fig.14

8/10

Fig.15

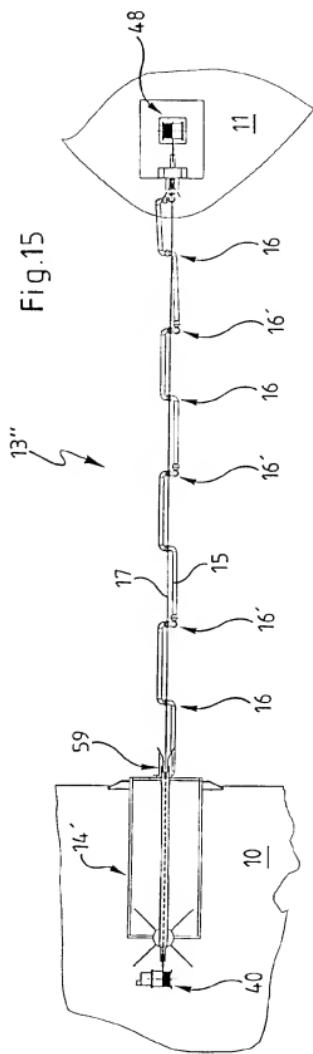


Fig. 16

9/10

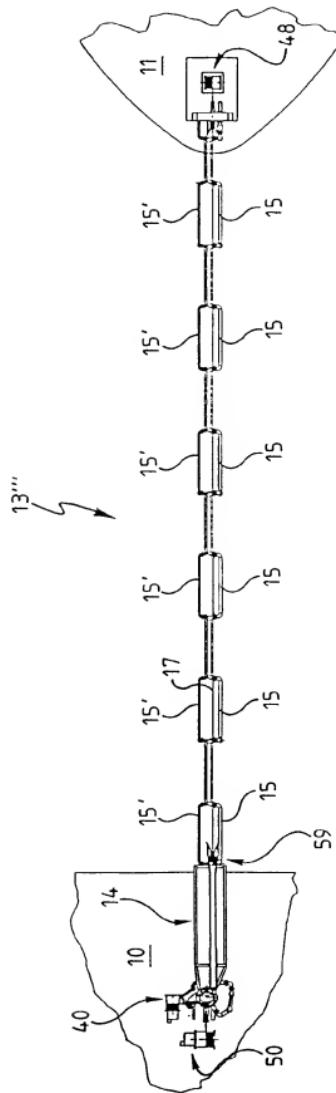


Fig.17

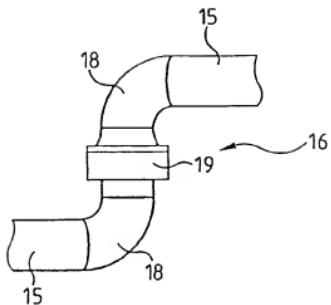


Fig.18

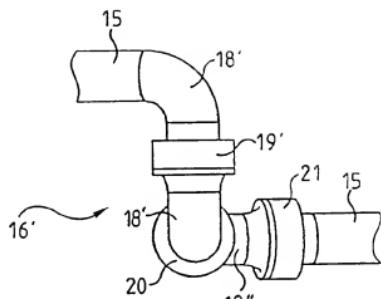


Fig.19

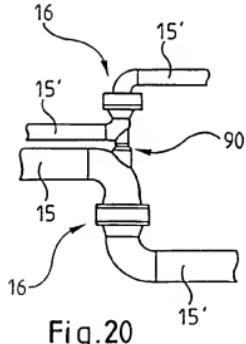


Fig.20

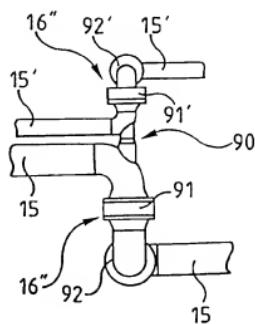


Fig.21